

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
2. Dezember 2004 (02.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/104397 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02D 41/38, 41/12, F02M 63/02

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/050586

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum: 22. April 2004 (22.04.2004)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ACHLEITNER, Erwin [AT/AT]; Höflinger Ring 19, A-93083 Obertraubling (AT). ESER, Gerhard [DE/DE]; Heimweg 11, 93155 Hemau (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

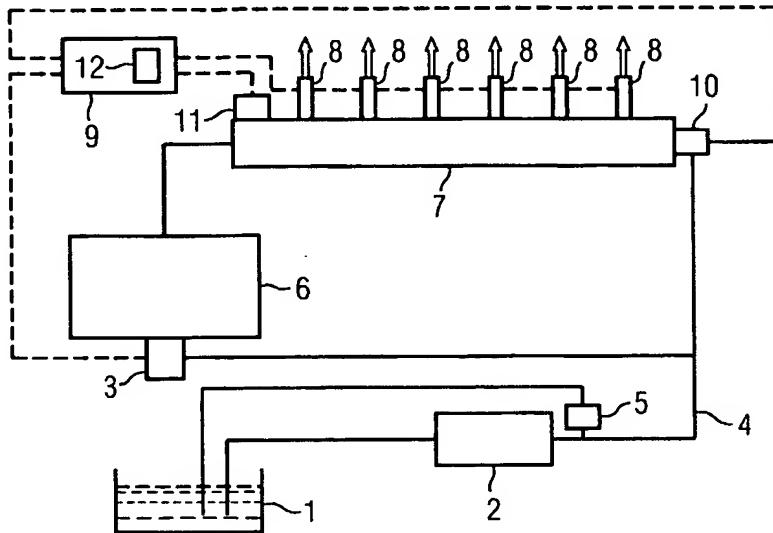
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(30) Angaben zur Priorität: 10323874.3 26. Mai 2003 (26.05.2003) DE

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, FUEL SYSTEM, AND VOLUME FLOW CONTROL VALVE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES VERBRENNUNGSMOTORS, KRAFTSTOFFSYSTEM UND EIN VOLUMENSTROMREGELVENTIL



WO 2004/104397 A1

accumulator is reduced to the nominal pressure.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Kraftstoffdruckspeicher (7), um Kraftstoff mit einem Solldruck zur Verfügung zu stellen, wobei Druck im Kraftstoffdruckspeicher über eine Hochdruckpumpe (6) erzeugt wird, wobei die Hochdruckpumpe über ein Volumenstromregelventil (3) mit einem Kraftstofffluss versorgt wird, wobei in einer ersten Betriebsart der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher (7) auf den Solldruck geregelt wird, indem über das Volumenstromregelventil (3) den Kraftstofffluss des an die Hochdruckpumpe (6) gelieferten Kraftstoffes geregelt wird, wobei in einer zweiten Betriebsart der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck geregelt wird, indem der Druck im Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck vermindert wird. Indem Druck im Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck vermindert wird.

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an internal combustion engine comprising a fuel pressure accumulator (7), in order to provide fuel at a nominal pressure, pressure in the fuel pressure accumulator being generated by means of a high-pressure pump (6). According to said method, the high-pressure pump is supplied with a fuel flow via a volume flow control valve (3). In a first operating mode, the pressure in the fuel pressure accumulator (7) is set to the nominal pressure, by regulating the fuel flow of the fuel delivered to the high-pressure pump (6) by means of the volume flow regulating valve (3). In a second operating mode, the pressure in the fuel pressure accumulator is set to the nominal pressure, i.e. more specifically, the pressure in the fuel pressure



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Beschreibung**

**Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors, Kraftstoffsystem und ein Volumenstromregelventil**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Kraftstoffdruckspeicher. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor mit einem Kraftstoffdruckspeicher, sowie 10 ein Volumenstromregelventil zum Einsatz in einem Kraftstoffsystem.

15

Bei Verbrennungsmotoren wird Kraftstoff mittels einer Kraftstoffpumpe aus einem Tank zum Vorlauf einer nachgeschalteten Hochdruckpumpe gefördert. Die Hochdruckpumpe wird in der Regel durch den Verbrennungsmotor angetrieben und fördert den Kraftstoff in einen Kraftstoffdruckspeicher (Kraftstoffrail). Die Hochdruckpumpe selbst ist nicht geregelt und befördert 20 den an ihrem Einlassanschluss zur Verfügung gestellten Kraftstoff in den Kraftstoffdruckspeicher.

25

Um der Hochdruckpumpe eine definierte Kraftstoffmenge zur Verfügung zu stellen, ist zwischen der Kraftstoffpumpe und der Hochdruckpumpe ein Volumenstromregelventil vorgesehen, dass durch eine Steuereinheit angesteuert wird. Abhängig von einem in einer Ventilspule des Volumenstromregelventils fließenden Strom wird der Kraftstoffdurchfluss durch das Volumenstromregelventil eingestellt. Über die der Hochdruckpumpe zur Verfügung gestellte Kraftstoffmenge kann der Druck in den 30 Kraftstoffdruckspeicher eingestellt werden.

35

Das Volumenstromregelventil hat in der Regel einen Leckfluss im unbestromten Zustand. Dies kann zu einem unerwünschten Kraftstoffdruckanstieg im Kraftstoffdruckspeicher führen, wenn die Einspritzmengen sehr klein sind oder z. B. bei Schubabschaltung kein Kraftstoff eingespritzt wird.

Eine Vermeidung des Leckflusses im unbestromten Zustand des Volumenstromregelventils ist aufgrund der Bauweise nur aufwendig realisierbar und zudem in bestimmten Fällen unerwünscht, wenn ein Notlauf des Verbrennungsmotors im Falle eines Ausfalls des Volumenstromregelventils bzw. der Steuereinheit auftritt.

Üblicherweise ist an dem Kraftstoffdruckspeicher ein Regulatorventil vorgesehen, mit dem der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher abhängig von einem Stellstrom geregelt wird.

10 Das Regulatorventil wird aktiv über den Stellstrom angesteuert, so dass abhängig von dem Stellstrom und abhängig von einem Kraftstofffluss durch das Regulatorventil der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher eingestellt wird. Der Kraftstofffluss muss einen Grenzwert übersteigen, so dass das Regulatorventil in einem linearen Bereich betrieben werden kann.

15 Dieser zusätzliche Kraftstofffluss durch das Regulatorventil muss von der Hochdruckpumpe gefördert werden, um das Regulatorventil im linearen Bereich betreiben zu können. Bei der Dimensionierung der Hochdruckpumpe erfordert dies, dass die Hochdruckpumpe das Regulatorventil mit dem Mindestdurchfluss versorgt, und darüber hinaus die zum Druckaufbau bzw. zum Halten des Kraftstoffdruckes in dem Kraftstoffdruckspeicher benötigte Menge zur Verfügung stellt.

20 25 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und ein Kraftstoffsystem zur Verfügung zu stellen, mit dem ein Verbrennungsmotor effizienter betrieben werden kann und wobei insbesondere die Kraftstoffmenge, die die Hochdruckpumpe im laufenden Betrieb in den Kraftstoffdruckspeicher pumpen muss, reduziert ist.

30 Diese Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 und das Kraftstoffsystem nach Anspruch 7 gelöst.

35 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors vorgesehen. In einem Kraftstoffdruckspeicher wird eine Kraftstoffmenge

5 mit einem Solldruck zum Einspritzen in einen Verbrennungsraum zur Verfügung gestellt. Der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher wird über eine Hochdruckpumpe erzeugt. Die Hochdruckpumpe wird über ein Volumenstromregelventil mit einem Kraftstofffluss versorgt. In einer ersten Betriebsart wird der

10 Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck geregelt, indem der Kraftstofffluss des an die Hochdruckpumpe gelieferten Kraftstoffes abhängig von der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und dem Solldruck eingestellt wird. In einer zweiten Betriebsart wird der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck geregelt, indem bei einem vorgegebenen Kraftstofffluss der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher durch ein Ablassen von Kraftstoff aus dem Hochdruckspeicher auf den Solldruck eingestellt wird.

15

20 Üblicherweise wird der Solldruck in dem Kraftstoffdruckspeicher eingestellt, indem ein Volumenstromregelventil einen Kraftstofffluss zur Verfügung stellt, der um mindestens um einen bestimmten Betrag über der einzuspritzenden Kraftstoffmenge liegt. Dies dient dazu, um ein Regulatorventil über das

25 Kraftstoff von dem Kraftstoffdruckspeicher in den Niederdruckkreis abgeführt wird, in einem linearen Bereich zu betreiben. Das Regulatorventil wird von einer Steuergröße so angesteuert, dass sich bei einem bestimmten Durchfluss ein Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher einstellt. Der Kraftstoff wird in den Niederdruckkreis des Kraftstoffssystems abgelassen. Dies hat zur Folge, dass die Hochdruckpumpe über eine Mindestmenge an Kraftstoff in den Kraftstoffdruckspeicher pumpen muss, damit über das Regulatorventil dort der Druck auf den Solldruck eingestellt werden kann. Dies erfordert eine Hochdruckpumpe, die so dimensioniert ist, um eine ausreichende Förderleistung zu gewährleisten.

30

35

Weiterhin ist, durch die technische Bauweise des Volumenstromregelventils bedingt, der Kraftstofffluss, der der Hochdruckpumpe zur Verfügung gestellt wird, nicht vollständig abzustellen, bzw. auf beliebig kleine Werte einzustellen, da

5 das Volumenstromregelventil einen ständigen Leckfluss durchlässt. Dies ist insbesondere bei Betriebszuständen mit geringen oder gar keinen Einspritzmengen, z. B. bei einer Schubabschaltung, problematisch, da der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher bei gesperrten Regulatorventil stetig ansteigt.

10

Um diese Nachteile zu vermeiden, sind erfindungsgemäß zwei Betriebszustände vorgesehen: In einer ersten Betriebsart wird der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck

15 geregelt. Dies erfolgt indem der Solldruck lediglich dadurch eingestellt wird, dass der Hochdruckpumpe die durch die Einspritzventile einzuspritzende Kraftstoffmenge zur Verfügung gestellt wird. Dadurch, dass die zugeführte Kraftstoffmenge eingestellt wird, kann der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher reguliert werden. Währenddessen ist das Regulatorventil

20 vollständig gesperrt und ein geregeltes Abfließen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher in den Niederdruckkreis findet nicht statt. Somit kann in der ersten Betriebsart die Steuerung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und dem Soll-

25 druck lediglich durch die Regelung des Kraftstoffflusses durch das Volumenstromregelventil durchgeführt werden.

Eine zweite Betriebsart betrifft den Betrieb des Verbrennungsmotors bei Schubabschaltung, im Notlauf oder bei sehr

30 geringen Einspritzmengen, wie z. B. im Leerlauf. In diesem Fall wird das Volumenstromregelventil nicht angesteuert, so dass die Hochdruckpumpe lediglich den Leckfluss durch das Volumenstromregelventil in den Kraftstoffdruckspeicher fördert.

35 Ist die aufgrund des Leckflusses zugeführte Kraftstoffmenge größer als die einzuspritzende Kraftstoffmenge, so steigt der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher über den Solldruck an. Der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher wird dann durch Ab

lassen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher vorgenommen. Eine Druckregelung mit Hilfe des Regulatorventils auf den Solldruck ist bei sehr geringen Einspritzmengen auch möglich, wenn das Regulatorventil, durch das Kraftstoff aus dem

5 Kraftstoffdruckspeicher abgelassen wird, nicht in einem linearen Bereich betrieben wird. Dadurch ist es bei einer solchen Druckregelung nicht notwendig, über die Hochdruckpumpe einen Mindestkraftstofffluss zur Verfügung zu stellen.

10 Die zweite Betriebsart wird eingenommen, wenn der benötigte Kraftstofffluss in den Kraftstoffdruckspeicher den ersten Kraftstofffluss unterschreitet und/oder die erste Betriebsart wird eingenommen, wenn der benötigte Kraftstofffluss einen zweiten Kraftstofffluss überschreitet. Vorzugsweise ist dabei 15 der erste Kraftstofffluss kleiner als der zweite Kraftstofffluss, so dass durch eine so gebildete Hysterese ein Schwingen zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart vermieden werden kann, wenn der einzuspritzende Kraftstofffluss in einem Grenzbereich liegt.

20 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor mit einem Kraftstoffdruckspeicher vorgesehen, um eine einzuspritzende Kraftstoffmenge mit einem Solldruck zur Verfügung zu stellen.

25 Das Kraftstoffsystem weist eine Hochdruckpumpe auf, um Druck im Kraftstoffdruckspeicher zu erzeugen. Es weist weiterhin ein Volumenstromregelventil auf, um die Hochdruckpumpe mit einem einstellbaren Kraftstofffluss zu versorgen. Über ein Regulatorventil wird Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher abgeführt. Es ist eine Regeleinheit vorgesehen, die mit 30 dem Volumenstromregelventil verbunden ist, um in einer ersten Betriebsart den Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher durch die Höhe des Kraftstoffflusses des an die Hochdruckpumpe gelieferten Kraftstoffes abhängig von der einzuspritzenden

35 Kraftstoffmenge und dem Solldruck einzustellen. Die Regeleinheit ist weiterhin mit dem Regulatorventil verbunden, um in einer ersten Betriebsart das Regulatorventil zu sperren und

in einer zweiten Betriebsart den Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher über ein Abführen des Kraftstoffes aus dem Kraftstoffdruckspeicher auf den Solldruck zu regeln.

- 5 Auf diese Weise kann ein Kraftstoffsystem zur Verfügung gestellt werden, das in zwei Betriebsarten betrieben werden kann. Die erste Betriebsart betrifft den Betrieb des Verbrennungsmotors unter Last, wobei der Solldruck in dem Kraftstoffdruckspeicher über eine Steuerung des Volumenstromregelventils eingestellt wird. Im statischen Zustand entspricht der Kraftstofffluss durch das Volumenstromregelventil bei gleichbleibender Last der jeweils einzuspritzenden Kraftstoffmenge, so dass der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher beibehalten wird. In der zweiten Betriebsart wird die Hochdruckpumpe im Wesentlichen mit dem Leckagefluss durch das Volumenstromregelventil versorgt. Dabei ist der übliche Leckagefluss größer als die in der zweiten Betriebsart einzuspritzende Kraftstoffmenge. Über eine Druckregelung wird nun der überschüssige Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher über das Regulatorventil abgeführt. Das Regulatorventil ist dabei so eingestellt, dass der gewünschte Solldruck abhängig von dem Kraftstofffluss der abzuführenden Kraftstoffmenge und abhängig von einem Stellstrom in definierter Weise abhängt.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35

Das Regulatorventil ist vorzugsweise so gestaltet, dass es in der zweiten Betriebsart den überschüssigen Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher in eine Kraftstoffleitung abführt, die das Volumenstromregelventil mit einer Niederdruckpumpe verbindet. Vorzugsweise weist die Regeleinheit eine Umschaltseinheit auf, um zwischen der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart umzuschalten. Die Umschalteinheit schaltet in die zweite Betriebsart, wenn der Kraftstofffluss durch das Volumenstromregelventil einen ersten Kraftstofffluss unterschreitet und/oder in die erste Betriebsart, wenn der Kraftstofffluss durch das Volumenstromregelventil einen zweiten Kraftstofffluss überschreitet. Dabei ist der erste Kraftstofffluss vorzugsweise geringer als der zweite Kraftstoff

fluss. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass ein Schwingen zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart auftritt.

5 Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

10 Figur 1 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Kraftstoffsystems;

Figur 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung der Abhängigkeit des Durchflusses des Volumenstromregelventils von dem angelegten Steuerstrom und zur Verdeutlichung von Bauteilparametern;

15 Figur 3 ein Ansteuerdiagramm für das Regulatorventil für den Druck im Kraftstoffdruckspeicher abhängig von dem Durchfluss des Regulators und den an dem Regulator anliegenden Steuerstrom;

Figur 4 ein Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeit des

20 Durchflusses durch das Volumenstromregelventil in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der eingespritzten Kraftstoffmasse;

Figur 5 einen Ausschnitt aus der Regeleinheit zum Schalten zwischen dem ersten und dem zweiten Betriebszustand.

25 In Figur 1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Dieselmotors dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzsystem weist einen Kraftstoffbehälter 1 auf, aus dem Kraftstoff über eine Niederdruckpumpe 2 und über eine Zuführleitung 4 einem Volumenstromregelventil 3 zugeführt wird. Um Beschädigungen der Zuführleitung 4 zu vermeiden, ist ein Überdruckventil 5 vorgesehen, das bei einem zu großen Kraftstoffdruck in der Zuführleitung 4, Kraftstoff in den Kraftstoffbehälter 1 abführt.

30

35 Das Volumenstromregelventil 3 ist unmittelbar an einem Eingang einer Hochdruckpumpe 6 angeordnet, die den an einem Aus

gang des Volumenstromregelventil 3 bereitgestellten Kraftstoff mit einem eingestellten Kraftstofffluss in einen Kraftstoffdruckbehälter 7 befördert. Die Hochdruckpumpe 6 ist mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt, so dass die Hochdruckpumpe 6 von dem Verbrennungsmotor angetrieben wird. Die Hochdruckpumpe 6 ist in der Lage, den Kraftstoff in den Kraftstoffdruckspeicher 7 unter Aufbringung eines hohen Förderdruckes zu bringen.

10 Der Kraftstoffdruckspeicher 7 ist mit Einspritzventilen 8 verbunden, die gesteuert durch eine Regelungseinheit 9 Kraftstoff in Verbrennungsräume des Verbrennungsmotors einspritzen. Die Regelungseinheit 9 regelt dabei die Zeitdauer, während der jedes einzelne Einspritzventils 8 geöffnet ist, so dass der in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 unter Druck stehende Kraftstoff in den Verbrennungsraum eingespritzt wird.

20 Die Regelungseinheit 9 steuert das Volumenstromregelventil 3, sowie ein Regulatorventil 10 mit Steuersignalen an. Je nach Drehzahl und Last des antriebenden Verbrennungsmotors soll in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 ein Solldruck vorherrschen, der mittels eines mit der Regelungseinheit 9 verbundenen Drucksensors 11 überprüft wird. Der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 wird mit Hilfe des Volumenstromregelventils 3 und des Regulatorventils 10 geregelt. Der über das Regulatorventil 10 abgeföhrte Kraftstoff wird in die Zuführleitung 4 zwischen Niederdruckpumpe 2 und Volumenstromregelventil 3 geleitet.

30 Zum Einstellen des Druckes in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 liefert das Volumenstromregelventil 3 einen Kraftstofffluss an die Hochdruckpumpe 6, der größer ist, als durch die Einspritzventile 8 in die Verbrennungsräume eingespritzt wird. Damit der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 nicht über den Solldruck ansteigt, wird das Regulatorventil 10 mit einem Stellstrom von der Regelungseinheit 9 so geöffnet, dass die zu

viel geförderte Kraftstoffmenge wieder in die Zuführleitung 4 abgeführt wird.

Damit über das Regulatorventil 10 der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 möglichst genau eingestellt werden kann, 5 ist ein Mindestfluss durch das Regulatorventil notwendig.

In Figur 3 ist die Kennlinie für das Regulatorventil 10 dargestellt. Man erkennt, dass erst bei einem Mindestkraftstofffluss  $Q_{min}$  durch den Regulator der Druck  $P_{reg}$  in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 im Wesentlichen durch den Stellstrom von 10 der Regelungseinheit 9 eingestellt werden kann. Ist der Kraftstofffluss  $Q$  durch das Regulatorventil 10 geringer als der Mindestkraftstofffluss  $Q_{min}$  hängt der Druck  $P_{reg}$  in dem 15 Kraftstoffdruckspeicher 7 stärker von dem Kraftstofffluss  $Q$  durch das Regulatorventil 10 und deutlich weniger von dem Stellstrom  $I_{reg}$ , der von der Regelungseinrichtung 9 bereitgestellt wird, ab.

20 Um das Regulatorventil 10 in dem linearen Bereich betreiben zu können, ist es daher üblicherweise notwendig, dass die Hochdruckpumpe 6 einen Kraftstofffluss in den Kraftstoffdruckspeicher 7 liefert, der über den Kraftstofffluss der einzuspritzenden Kraftstoffmenge mindestens um den Mindestkraftstofffluss des Regulatorventils 10 übersteigt. Dies erfordert eine entsprechende Dimensionierung der Hochdruckpumpe 25 6, die in der Lage sein muss, die dadurch vorgegebene Kraftstoffmenge zu fördern.

30 Das Volumenstromregelventil 3 wird über einen Stellstrom von der Regelungseinheit 9 angesteuert, so dass durch die Größe des Stellstromes der Fluss des Kraftstoffes eingestellt werden kann. Das Volumenstromregelventil 3 hat in der Regel einen Leckfluss im unbestromten Zustand. Dies führt zu einem 35 unerwünschten Kraftstoffdruckanstieg, bei Betriebszuständen mit extrem kleinen bzw. keinen Einspritzmengen, z. B. bei einem Notlaufbetrieb bzw. bei Schubabschaltung.

In Figur 2 ist eine obere und eine untere Grenze von Kennlinien von im Wesentlichen baugleichen Volumenstromregelventilen dargestellt. Man erkennt, dass in Bereichen zwischen 0

5 bis 0,6 A, das Volumenstromregelventil in der Regel nicht vollständig schließt und somit ein Leckfluss über die Hochdruckpumpe 6 in den Kraftstoffdruckspeicher 7 gelangt. Wird weniger Kraftstoff in die Verbrennungsräume eingespritzt, als durch diesen Leckfluss zur Verfügung gestellt wird, steigt

10 der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 an. Da der Mindestkraftstofffluss für das Regulatorventil 10 nicht gegeben ist, hängt der sich in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 einstellende Druck von der zuviel zugeführten Kraftstoffmenge und dem eingestellten Stellstrom ab.

15

In Figur 4 ist der Kraftstofffluss durch das Volumenstromregelventil in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der eingespritzten Kraftstoffmenge  $Q_{Inj}$  dargestellt.

20 Zum Betrieb eines Verbrennungsmotors mit einem solchen Kraftstoffsystem wird nun erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Regelungseinheit 9 das Volumenstromregelventil 3 und das Regulatorventil 10 gemäß zwei Betriebsarten ansteuert. Die erste Betriebsart ist dadurch definiert, dass der Kraftstoff-

25 fluss, der durch das Volumenstromregelventil 3 über die Hochdruckpumpe 6 in den Kraftstoffdruckspeicher 7 befördert werden kann, im Wesentlichen der einzuspritzenden Kraftstoffmenge entspricht. In diesem Fall wird das Regulatorventil 10 nicht angesteuert, und es bleibt damit geschlossen. Der Soll-

30 druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 wird somit durch die Steuerung des Kraftstoffflusses durch das Volumenstromregelventil 3 erreicht. Im stabilen Betrieb wird daher der Kraftstofffluss, der dem Kraftstoffdruckspeicher 7 zugeführt wird, im Wesentlichen der eingespritzten Kraftstoffmenge entspre-

35 chen.

Die zweite Betriebsart wird angenommen, wenn der Mindestfluss, der aufgrund von Leckage durch das Volumenstromregelventil 3 fließt, größer ist als die einzuspritzende Kraftstoffmenge. Dies ist insbesondere bei einer Schubabschaltung

5 der Fall, wenn kein Kraftstoff durch die Einspritzventile 8 in die Verbrennungsräume eingespritzt wird. Dies kann jedoch auch bei einem Notlaufbetrieb bzw. im Leerlauf der Fall sein, je nach dem, wie groß der Leckfluss des Volumenstromregelventils im unbestromten bzw. im schwach angesteuerten Zustand

10 ist. In diesem Fall würde der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 bei einem geschlossenen Regulatorventil kontinuierlich ansteigen und wäre daher über die Stellgröße für das Volumenstromregelventil 3 nicht mehr von der Regelungseinheit 9 zu regeln. Aus diesem Grunde sieht die zweite Betriebsart

15 vor, dass der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher 7 über das Regulatorventil 10 eingestellt wird. Das Regulatorventil 10 wird dabei im nicht linearen Bereich betrieben. Den von der Regelungseinheit 9 bereitgestellt Stellstrom ist an den linearen Verlauf der Kenngrößen des Regulatorventils angepasst.

20 Auf diese Weise wird der Druck im Kraftstoffdruckspeicher 7 im Wesentlichen durch die von dem Volumenstromregelventil 3 aufgrund der Leckage zuviel beförderte Kraftstoffmenge sowie den Stellstrom aus der Regelungseinheit 9 bestimmt.

25 Die Unterscheidung in zwei Betriebsarten für das Kraftstoffsystem hat zum einen den Vorteil, dass die Hochdruckpumpe kleiner dimensioniert werden kann, da das Regulatorventil nicht im Normalbetrieb, d. h. in der ersten Betriebsart, mit dem Mindestkraftstofffluss versorgt werden muss. Zum anderen

30 kann das Regulatorventil eine geringere mechanische Regelgüte aufweisen, da diese Bauteil nur als Zusatzleckage betrieben wird. Zusätzlich kann das Antriebsmoment erheblich, vor allem im leerlaufnahen Bereich, reduziert werden, da die Vorsteuerung des Regulatorventils mit dem Mindestkraftstofffluss

35 nicht notwendig ist.

Die erste Betriebsart wird eingenommen, wenn der benötigte Kraftstofffluss, d. h. die einzuspritzende Kraftstoffmenge einen ersten Kraftstofffluss übersteigt und die zweite Betriebsart wird angenommen, wenn der benötigte Kraftstofffluss

5 einen zweiten Kraftstofffluss unterschreitet. Damit im Grenzbereich kein schwingender Wechsel zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart auftritt, ist der erste Kraftstofffluss größer als der zweite Kraftstofffluss.

10 In Figur 5 ist eine mögliche Umschalteinheit 12 dargestellt, die in der Regelungseinheit 9 vorgesehen sein kann und dazu dient, beim Umschalten, zwischen der ersten und der zweiten Betriebsart eine Hysterese vorzusehen. Der Schaltung werden Werte für einen ersten Kraftstofffluss  $Q_1$  und einen zweiten

15 Kraftstofffluss  $Q_2$  zur Verfügung gestellt. Der Kraftstofffluss durch das Volumenstromregelventil 3 entspricht dem momentanen Kraftstofffluss  $Q$ .

20 Es ist eine erste Vergleichereinheit 20 vorgesehen, die den momentanen Kraftstofffluss  $Q$  mit dem zweiten Kraftstofffluss  $Q_2$  vergleicht und eine logische „1“ ausgibt, sobald der momentane Kraftstofffluss  $Q$  kleiner ist als der zweite Kraftstofffluss  $Q_2$ .

25 In einer zweiten Vergleichereinrichtung 21 wird der momentane Kraftstofffluss  $Q$  mit dem ersten Kraftstofffluss  $Q_1$  verglichen und eine logische „1“ ausgegeben, wenn der momentane Kraftstofffluss  $Q$  den ersten Kraftstofffluss  $Q_1$  überschreitet. Der Ausgang der ersten Vergleichereinrichtung 20 ist mit

30 einem Setzeingang eines Flip-Flops 22 verbunden. Weiterhin ist der Ausgang der ersten Vergleichereinrichtung 20 über einen Inverter 23 mit einem Eingang eines Und-Gatters 24 verbunden. Ein Ausgang der zweiten Vergleichereinrichtung 21 ist mit einem weiteren Eingang des Und-Gatters 24 verbunden. Ein

35 Ausgang des Und-Gatters 24 ist mit einem Rücksetzeingang des Flip-Flops 22 verbunden. Auf diese Weise kann am nicht invertierenden Ausgang des Flip-Flops 22 der jeweilige Betriebsmo

dus abgefragt werden. Dabei entspricht eine logische „0“ dem ersten Betriebsmodus und eine logische „1“ dem zweiten Betriebsmodus.

5 Um die Schwelle zu ermitteln, bei der in der ersten und zweiten Betriebsart umgeschaltet werden soll, ist es notwendig, den Mindestkraftstofffluss, d. h. der Leckfluss durch das Volumenstromregelventil zu ermitteln. Der Mindestkraftstofffluss kann im Schubbetrieb, d. h. es erfolgt keine Einspritzung in die Verbrennungsräume, ermittelt werden. Dazu wird im Schubbetrieb der Druck im Kraftstoffdruckspeicher kurz abgesenkt und der Solldruck anschließend wieder erhöht, damit kein Kraftstofffluss durch das Regulatorventil erfolgt.

10 15 Aus dem Anstieg des Druckes  $P_{rail}(t)$  im Kraftstoffdruckspeicher kann  $Q_{min}$  errechnet werden.

$$P_{rail}(t) = \frac{\beta}{V_{rail} * \rho} * m_{rail} + \frac{\beta}{V_{rail} * \rho} * \int_0^T (Q_{min} - Q_{PCV} - Q_{in}) dt,$$

20 wobei  $\beta$  der Kompressibilität des Kraftstoffes,  $m_{rail}$  der Masse des Kraftstoffes,  $V_{rail}$  dem Volumen des Kraftstoffdruckspeichers,  $\rho$  der Dichte des Kraftstoffes;  $Q_{PCV}$  dem Durchfluss durch das Regulatorventil und  $Q_{in}$ , dem Durchfluss durch die Einspritzventile entspricht.

25 30 Der ermittelte Mindestkraftstofffluss  $Q_{min}$  entspricht dann der Leckage durch das Volumenstromregelventil. Steigt der Kraftstoffdruck im Kraftstoffdruckspeicher während der Zeit  $T$  um  $\Delta p$  an, so ergibt sich für den Schubbetrieb und für ein geschlossenes Regulatorventil folgende Formel:

$$Q_{min} = \frac{V_{rail} * \rho * \Delta p}{\beta * T}$$

35 Die Adaption kann z. B. folgendermaßen bei einem Solldruck von 50 bar im Schubbetrieb durchgeführt werden:

Zunächst wurde der Druck im Kraftstoffdruckspeicher auf einen ersten Druck von 40 bar durch die Vorgabe des Solldrucks des Druckreglers auf 40 bar abgesenkt. Anschließend wird der

5 Solldruck für das Regulatorventil auf einen zweiten Druck von 120 bar vorgegeben und eine Zeitmesseinrichtung gestartet. Die Zeit T wird gemessen, bis der Druck im Kraftstoffdruckspeicher einen vordefinierten dritten Druck, z. B. 60 bar ( $\Delta p = 20$  bar) erreicht hat. Daraus kann gemäß oben angegebener

10 Formel der Mindestkraftstofffluss  $Q_{min}$  errechnet werden. Als weitere Alternative kann der Mindestkraftstofffluss auch bestimmt werden, wenn das Volumenstromregelventil während der Zeit T nicht angesteuert wird, kein Durchfluss durch das Regulatorventil stattfindet, und die Kraftstoffmenge  $m_{inj}$  eingespritzt wird.

15

$$Q_{min} = \frac{V_{rail} * p}{\beta} * \frac{\Delta p}{T} + \frac{m_{inj}}{T}$$

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betreiben eines Verbrennungsmotors mit einem Kraftstoffdruckspeicher (7), um eine einzuspritzende Kraftstoffmenge mit einem Solldruck zur Verfügung zu stellen, wobei Druck im Kraftstoffdruckspeicher über eine Hochdruckpumpe (6) erzeugt wird, wobei die Hochdruckpumpe (6) mit einem einstellbaren Kraftstofffluss versorgt wird,
- 5 10 wobei in einer ersten Betriebsart der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher (7) auf den Solldruck geregelt wird, indem der Kraftstofffluss des an die Hochdruckpumpe (6) gelieferten Kraftstoffes abhängig von der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und dem Solldruck eingestellt wird,
- 15 20 wobei in einer zweiten Betriebsart der Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher (7) auf den Solldruck geregelt wird, indem bei einem vorgegebenen Kraftstofffluss der Druck im Kraftstoffdruckspeicher (7) durch ein Ablassen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher (7) auf den Solldruck eingestellt wird.
- 25 30 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die zweite Betriebsart eingenommen wird, wenn der Kraftstofffluss einen ersten Kraftstofffluss unterschreitet, und/oder wobei die erste Betriebsart eingenommen wird, wenn der Kraftstofffluss einen zweiten Kraftstofffluss überschreitet.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die zweite Betriebsart im Leerlaufbetrieb des Verbrennungsmotors und/oder bei Schubabschaltung eingenommen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der erste Kraftstofffluss kleiner ist als der zweite Kraftstofffluss.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei der erste und / oder der zweite Kraftstofffluss aus einem Kraft

stoffleckfluss ermittelt wird, wobei der Kraftstoffleckfluss ermittelt wird gemäß folgender Schritte:

- Einstellen eines Schubbetriebes des Verbrennungsmotors, so dass kein Kraftstoff eingespritzt wird;

5 - Einstellen des Drucks im Kraftstoffdruckspeicher auf einen ersten Druckwert;

- Einstellen des Solldrucks, um den Druck in dem Kraftstoff-
- druckspeicher gemäß der ersten Betriebsart zu erhöhen;

- Messen der Zeit für den Druckanstieg auf einen zweiten

10 Druck;

- Ermitteln des Kraftstoffleckflusses mit der Zeit für den Druckanstieg und mit der Druckdifferenz zwischen erstem Druck und zweitem Druck.

15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei in der ersten Betriebsart im Wesentlichen kein Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher (7) abgelassen wird.

7. Kraftstoffsystem für einen Verbrennungsmotor mit einem

20 Kraftstoffdruckspeicher (7), um eine einzuspritzende Kraftstoffmenge mit einem Solldruck zur Verfügung zu stellen, mit einer Hochdruckpumpe (6), um Druck im Kraftstoffdruckspeicher (7) zu erzeugen,

25 mit einem Volumenstromregelventil (3), um die Hochdruckpumpe

25 (6) mit einem einstellbaren Kraftstofffluss zu versorgen, mit einem Regulatorventil (10), um Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher (7) abzuführen,

30 und mit einer Regelungseinheit (9), die mit dem Volumenstromregelventil verbunden ist, um in einer ersten Betriebsart den

30 Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher (7) durch den Kraftstofffluss des an die Hochdruckpumpe (6) gelieferten Kraftstoffes abhängig von der einzuspritzenden Kraftstoffmenge und dem Solldruck, und wobei die Regelungseinheit (9) mit dem Regulatorventil (10) verbunden ist, um in der ersten Betriebs-

35 art das Regulatorventil (10) zu sperren und in einer zweiten Betriebsart den Druck in dem Kraftstoffdruckspeicher (7) über

ein Abführen des Kraftstoffes aus dem Kraftstoffdruckspeicher (7) auf den Solldruck zu regeln.

8. Kraftstoffsystem nach Anspruch 7, wobei das Regulator-  
5 ventil (10) in der zweiten Betriebsart den überschüssigen  
Kraftstoff aus dem Kraftstoffdruckspeicher (7) in eine Kraft-  
stoffleitung (4) abführt, die das Volumenstromregelventil (3)  
mit einer Niederdruckpumpe (2) verbindet.
- 10 9. Kraftstoffsystem nach Anspruch 7 oder 8, wobei das Re-  
gulatorventil (10) am Ausgang der Hochdruckpumpe (6) angeord-  
net ist.
- 15 10. Kraftstoffsystem nach Anspruch 7 bis 9, wobei die Re-  
geleinheit eine Umschalteinheit (12) zum Umschalten zwischen  
der ersten Betriebsart und der zweiten Betriebsart,  
wobei die Umschalteinheit (12) in die zweite Betriebsart um-  
schaltet, wenn der Kraftstofffluss durch das Volumenstromre-  
gelventil (3) einen ersten Kraftstofffluss unterschreitet,  
20 und/oder  
wobei die Umschalteinheit (12) in die erste Betriebsart um-  
schaltet, wenn der Kraftstofffluss durch das Volumenstromre-  
gelventil (3) einen zweiten Kraftstofffluss überschreitet.

FIG 1

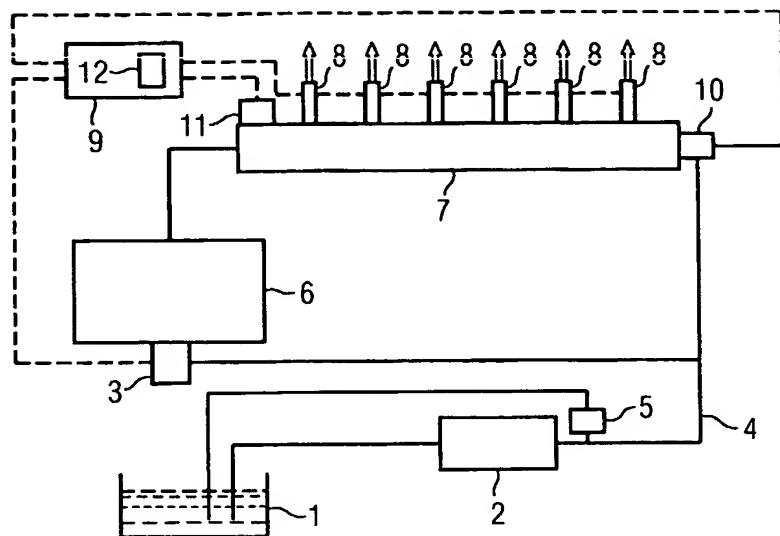


FIG 2

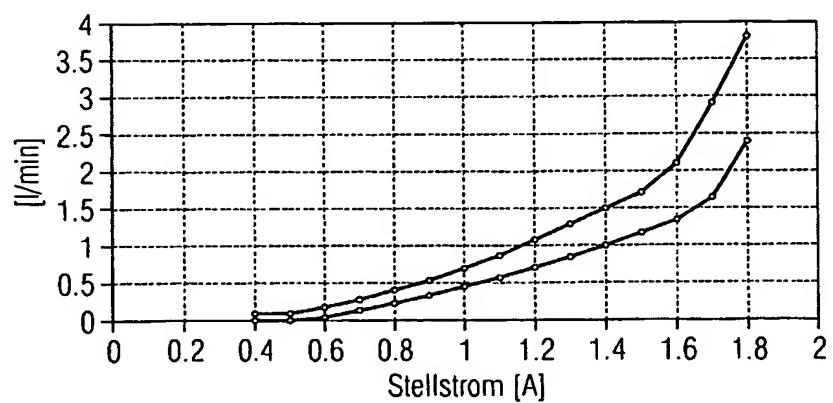


FIG 3

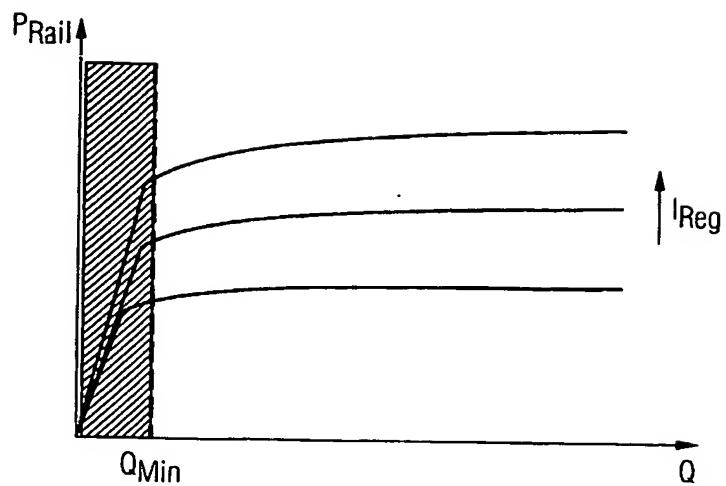


FIG 4

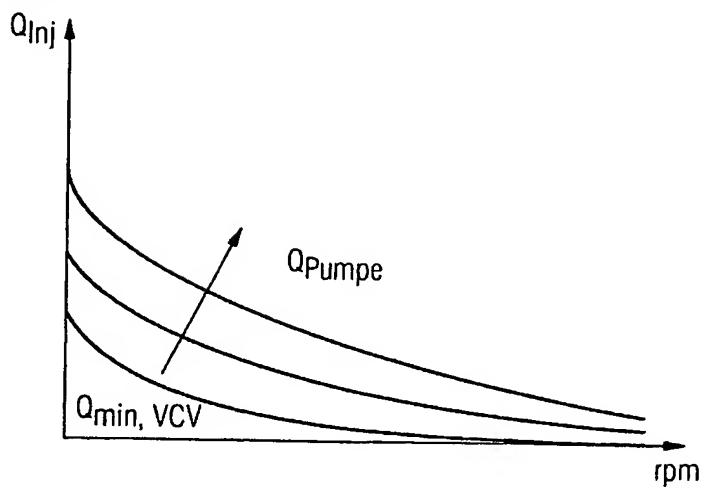
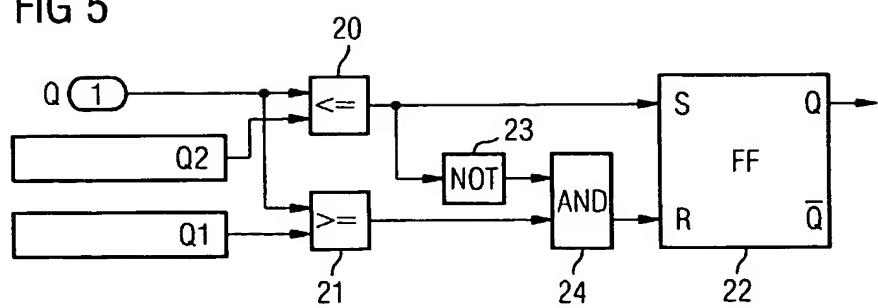


FIG 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/050586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02D41/38 F02D41/12 F02M63/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02D F02M F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 03/023221 A (STANADYNE CORP) 20 March 2003 (2003-03-20) page 8, line 17 -page 9, line 27; figure 1 page 10, line 14 - line 20 ---	1-4, 6-10
X	DE 196 12 413 A (REXROTH MANNESMANN GMBH) 2 October 1997 (1997-10-02) column 3, line 9 -column 3, line 50 column 4, line 46 -column 5, line 39; figure 1 column 8, line 41 - line 51 ---	1-4, 6, 7, 10
X	DE 197 14 489 C (SIEMENS AG) 1 October 1998 (1998-10-01) column 3, line 46 -column 4, line 54; figures 1-4 ---	1, 6 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 2004

Date of mailing of the international search report

20/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pileri, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/050586

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 643 219 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 15 March 1995 (1995-03-15) column 6, line 2 - line 38 column 9, line 3 - line 19; figure 1 column 10, line 50 -column 11, line 12 column 12, line 9 - line 16 column 18, line 27 -column 19, line 31 ----	1,6
A	EP 1 273 780 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8 January 2003 (2003-01-08) paragraphs '0016!, '0024!, '0031!, '0034!; figures 1,2 -----	1,6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

## Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/050586

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 03023221	A	20-03-2003	US	2002174855 A1	28-11-2002
			EP	1425506 A2	09-06-2004
			EP	1427935 A1	16-06-2004
			WO	03023232 A2	20-03-2003
			WO	03023221 A1	20-03-2003
			WO	2004005701 A1	15-01-2004
DE 19612413	A	02-10-1997	DE	19612413 A1	02-10-1997
DE 19714489	C	01-10-1998	DE	19714489 C1	01-10-1998
			WO	9845594 A1	15-10-1998
			EP	0974008 A1	26-01-2000
EP 0643219	A	15-03-1995	JP	2845099 B2	13-01-1999
			JP	7077119 A	20-03-1995
			JP	2795138 B2	10-09-1998
			JP	7077120 A	20-03-1995
			JP	2848206 B2	20-01-1999
			JP	7083137 A	28-03-1995
			JP	2874082 B2	24-03-1999
			JP	7083134 A	28-03-1995
			JP	2998558 B2	11-01-2000
			JP	7293381 A	07-11-1995
			DE	69407703 D1	12-02-1998
			DE	69407703 T2	06-08-1998
			EP	0643219 A1	15-03-1995
			US	5598817 A	04-02-1997
EP 1273780	A	08-01-2003	DE	10131506 A1	23-01-2003
			EP	1273780 A2	08-01-2003
			JP	2003056384 A	26-02-2003

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050586

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02D41/38 F02D41/12 F02M63/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	WO 03/023221 A (STANADYNE CORP) 20. März 2003 (2003-03-20) Seite 8, Zeile 17 -Seite 9, Zeile 27; Abbildung 1 Seite 10, Zeile 14 - Zeile 20 ---	1-4,6-10
X	DE 196 12 413 A (REXROTH MANNESMANN GMBH) 2. Oktober 1997 (1997-10-02) Spalte 3, Zeile 9 -Spalte 3, Zeile 50 Spalte 4, Zeile 46 -Spalte 5, Zeile 39; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 41 - Zeile 51 ---	1-4,6,7, 10
X	DE 197 14 489 C (SIEMENS AG) 1. Oktober 1998 (1998-10-01) Spalte 3, Zeile 46 -Spalte 4, Zeile 54; Abbildungen 1-4 ---	1,6 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*'G' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

10. August 2004

20/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pileri, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050586

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 643 219 A (MITSUBISHI MOTORS CORP) 15. März 1995 (1995-03-15) Spalte 6, Zeile 2 - Zeile 38 Spalte 9, Zeile 3 - Zeile 19; Abbildung 1 Spalte 10, Zeile 50 - Spalte 11, Zeile 12 Spalte 12, Zeile 9 - Zeile 16 Spalte 18, Zeile 27 - Spalte 19, Zeile 31 ----	1,6
A	EP 1 273 780 A (BOSCH GMBH ROBERT) 8. Januar 2003 (2003-01-08) Absätze '0016!, '0024!, '0031!, '0034!; Abbildungen 1,2 ----	1,6

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/050586

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 03023221	A	20-03-2003	US	2002174855 A1		28-11-2002
			EP	1425506 A2		09-06-2004
			EP	1427935 A1		16-06-2004
			WO	03023232 A2		20-03-2003
			WO	03023221 A1		20-03-2003
			WO	2004005701 A1		15-01-2004
DE 19612413	A	02-10-1997	DE	19612413 A1		02-10-1997
DE 19714489	C	01-10-1998	DE	19714489 C1		01-10-1998
			WO	9845594 A1		15-10-1998
			EP	0974008 A1		26-01-2000
EP 0643219	A	15-03-1995	JP	2845099 B2		13-01-1999
			JP	7077119 A		20-03-1995
			JP	2795138 B2		10-09-1998
			JP	7077120 A		20-03-1995
			JP	2848206 B2		20-01-1999
			JP	7083137 A		28-03-1995
			JP	2874082 B2		24-03-1999
			JP	7083134 A		28-03-1995
			JP	2998558 B2		11-01-2000
			JP	7293381 A		07-11-1995
			DE	69407703 D1		12-02-1998
			DE	69407703 T2		06-08-1998
			EP	0643219 A1		15-03-1995
			US	5598817 A		04-02-1997
EP 1273780	A	08-01-2003	DE	10131506 A1		23-01-2003
			EP	1273780 A2		08-01-2003
			JP	2003056384 A		26-02-2003